



中华人民共和国国家标准

GB/T 28884—2024

代替 GB/T 28884—2012

大容积气瓶用无缝钢管

Seamless steel tubes for large capacity gas cylinder



2024-04-25 发布

2024-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 28884—2012《大容积气瓶用无缝钢管》，与 GB/T 28884—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了适用范围(见第1章,2012年版的第1章)；
- b) 更改了钢管尺寸规格范围(见 5.1.2,2012年版的 4.1.2)；
- c) 增加了钢管壁厚允许偏差高级精度要求(见 5.1.3)；
- d) 直线度更改为弯曲度(见 5.3,2012年版的 4.3)；
- e) 更改了端头外形要求(见 5.5,2012年版的 4.5)；
- f) 更改了钢的化学成分要求(见 6.1.1,2012年版的 5.1.1)；
- g) 增加了管坯制造方法及要求(见 6.2.2)；
- h) 更改了钢管的交货状态要求(见 6.3,2012年版的 5.3)；
- i) 更改了钢管的力学性能要求(见 6.4.1,2012年版的 5.4.1)；
- j) 更改了非金属夹杂物要求(见 6.5,2012年版的 5.5)；
- k) 更改了晶粒度要求(见 6.6,2012年版的 5.6)；
- l) 增加了表面粗糙度要求(见 6.8)；
- m) 增加了自动测厚盲区要求(见 6.9)；
- n) 更改了无损检测要求(见 6.10,2012年版的 5.9)；
- o) 增加了自动测厚的试验方法(见表 5)；
- p) 更改了每批钢管的组批数量(见 8.2,2012年版的 7.2)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：淮南市振达钢管制造有限公司、德新钢管(中国)有限公司、衡阳华菱钢管有限公司、浙江泰富无缝钢管有限公司、石家庄安瑞科气体机械有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、山东省特种设备检验研究院集团有限公司、山东磐金钢管制造有限公司、江苏天淮钢管有限公司、江苏沙钢集团淮钢特钢股份有限公司、中船双瑞(洛阳)特种装备股份有限公司、浙江蓝能氢能科技股份有限公司、西安特种设备检验检测院、衡阳鸿源管业有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：张朝阳、权秀、桑伟、赵映辉、王正、王红霞、罗静、衣粟、薛明亮、邵立强、左辉、邓春锋、陈凡、杨旭、廖武平、许胜、吴光辉、马广青、杜阳、赵昆、国伟军、范思豪、翟万里、刘高博、鲁元、王勇、李奇。

本文件于 2012 年首次发布，本次为第一次修订。



大容积气瓶用无缝钢管

1 范围

本文件规定了大容积气瓶用无缝钢管的订货内容、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本文件适用于制造容积为 150 L~4 500 L 的气瓶用无缝钢管(以下简称“钢管”),瓶式容器、其他容积气瓶用无缝钢管可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法

GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法

GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钼试剂萃取光度法测定钒含量

GB/T 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量

GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法

GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法

GB/T 223.29 钢铁及合金 铅含量的测定 载体沉淀-二甲酚橙分光光度法

GB/T 223.30 钢铁及合金化学分析方法 对-溴苦杏仁酸沉淀分离-偶氮胂Ⅲ分光光度法测定
铅量

GB/T 223.31 钢铁及合金 砷含量的测定 蒸馏分离-钼蓝分光光度法

GB/T 223.37 钢铁及合金 氮含量的测定 蒸馏分离靛酚蓝分光光度法

GB/T 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚 S 分光光度法

GB/T 223.47 钢铁及合金化学分析方法 载体沉淀-钼蓝光度法测定铈量

GB/T 223.50 钢铁及合金化学分析方法 苯基荧光酮-溴化十六烷基三甲基胺直接光度法测定
锡量

GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和铈磷钼蓝分光光度法

GB/T 223.63 钢铁及合金 锰含量的测定 高碘酸钠(钾)分光光度法

GB/T 223.78 钢铁及合金化学分析方法 姜黄素直接光度法测定硼含量

GB/T 223.80 钢铁及合金 铋和砷含量的测定 氢化物发生-原子荧光光谱法

GB/T 223.82 钢铁 氢含量的测定 惰性气体熔融-热导或红外法

GB/T 223.84 钢铁及合金 钛含量的测定 二安替比林甲烷分光光度法

GB/T 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分:试验方法
GB/T 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书
GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备
GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)
GB/T 5777 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动超声检测
GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法
GB/T 10561—2023 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法
GB/T 11261 钢铁 氧含量的测定 脉冲加热惰气熔融-红外线吸收法
GB/T 17395 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法
GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)
GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法(常规方法)
GB/T 30062 钢管术语
GB/T 32552 无缝和焊接钢管(埋弧焊除外)的自动全圆周超声厚度检测
NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第 3 部分:超声检测
YB/T 4149 连铸圆管坯
YB/T 4307 钢铁及合金 氧、氮和氢含量的测定 脉冲加热惰气熔融-飞行时间质谱法(常规法)
YB/T 5137 高压用热轧和锻制无缝钢管圆管坯

3 术语和定义

GB/T 30062 界定的术语和定义适用于本文件。

4 订货内容

按本文件订购钢管的合同或订单应包括但不限于下列内容：

- a) 本文件编号；
- b) 产品名称；
- c) 钢的牌号和组别；
示例：当按牌号 30CrMoE 组别 2 订货时，其牌号和组别表示为 30CrMoE-2。
- d) 订购的数量(总重量或总支数)；
- e) 尺寸规格(公称外径×最小壁厚或公称外径×公称壁厚,单位为毫米)；
- f) 长度(定尺长度或倍尺长度)；
- g) 特殊要求。

5 尺寸、外形、重量及允许偏差

5.1 外径和壁厚

5.1.1 除非合同中另有规定,钢管按公称外径(D)和最小壁厚(S_{\min})方式交货。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可按公称外径和公称壁厚(S)方式交货。

5.1.2 钢管的公称外径和壁厚应符合 GB/T 17395 的规定,其中公称外径应不小于 356 mm。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应 GB/T 17395 规定以外尺寸规格的钢管。

注：如无特殊说明,本文件中所述“壁厚”包括最小壁厚和公称壁厚。

5.1.3 钢管外径和壁厚的允许偏差应符合表 1 的规定。当需方未在合同中注明钢管尺寸允许偏差级别时,钢管外径和壁厚的允许偏差应符合普通级的规定。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应表 1 规定以外尺寸允许偏差的钢管。

表 1 钢管外径和壁厚的允许偏差

单位为毫米

钢管尺寸		允许偏差	
		普通级(PA)	高级(PC)
公称外径(D)	全部	$\pm 1\% D$	
最小壁厚(S_{\min})	$D \leq 559$	$+25\% S_{\min}$ 0	$+20\% S_{\min}$ 0
	$D > 559$	$+27.5\% S_{\min}$ 0	$+22.5\% S_{\min}$ 0
公称壁厚(S)	$D \leq 559$	$+12.5\% S$ $-10\% S$	$\pm 10\% S$
	$D > 559$	$\pm 12.5\% S$	$+12.5\% S$ $-10\% S$

5.2 长度

5.2.1 钢管按定尺长度或倍尺长度交货。

5.2.2 钢管的定尺长度允许偏差应符合如下规定:

- a) 长度不大于 6 000 mm 时, $+10_0$ mm;
- b) 长度大于 6 000 mm 时, $+20_0$ mm。

5.2.3 钢管倍尺长度的全长允许偏差为 $+20_0$ mm,倍尺长度每个切口应留余量 10 mm~15 mm。

5.3 弯曲度

钢管全长弯曲度应不大于钢管长度的 0.15%。钢管每米弯曲度应不大于 3.0 mm。

5.4 不圆度和壁厚不均

钢管的不圆度和横截面壁厚不均应分别不超过外径公差和壁厚公差的 80%。

5.5 端头外形

钢管两端应平切,切斜应不超过公称外径的 1%,切口毛刺应予清除。

5.6 重量

5.6.1 钢管按公称外径和最小壁厚交货时,钢管按实际重量交货。

5.6.2 钢管按公称外径和公称壁厚交货时,钢管按实际重量交货,亦可按理论重量交货。钢管理论重量的计算按 GB/T 17395 的规定(钢的密度按 7.85 kg/dm³)。

5.6.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可规定单根钢管实际重量与理论重量的允许偏差为 $\pm 10\%$,每个订单交货钢管实际重量与理论重量的允许偏差为 $+5_{-10}\%$ 。

6 技术要求

6.1 钢的牌号和化学成分

6.1.1 钢的牌号和化学成分(熔炼成分)应符合表 2 的规定。经供需双方协商,可按附录 A 中的其他牌号及化学成分订货。

表 2 钢的牌号和化学成分

序号	牌号	组别	化学成分(质量分数) ^a									
			%									
			C	Si	Mn	P	S	P+S	Cr	Mo	Ni	Cu
1	30CrMoE	1 ^b	0.25~ 0.35	0.15~ 0.35	0.40~ 0.90	≤0.015	≤0.010	≤0.020	0.80~ 1.10	0.15~ 0.25	≤0.30	≤0.20
2		2	0.26~ 0.33	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	≤0.015	≤0.010	≤0.020	0.80~ 1.10	0.15~ 0.25	≤0.30	≤0.20
3	42CrMoE	1 ^c	0.40~ 0.45	0.15~ 0.35	0.75~ 1.00	≤0.015	≤0.010	≤0.020	0.80~ 1.10	0.15~ 0.25	≤0.30	≤0.20
4		2	0.38~ 0.45	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	≤0.015	≤0.010	≤0.020	0.90~ 1.20	0.15~ 0.25	≤0.30	≤0.20
<p>^a 熔炼成分应满足: $w(V+ Nb+ Ti+ B+ Zr) \leq 0.15\%$; $w_{As} \leq 0.010\%$, $w_{Sn} \leq 0.010\%$, $w_{Pb} \leq 0.010\%$, $w_{Sb} \leq 0.010\%$, $w_{Bi} \leq 0.010\%$, $w(As+ Sn+ Pb+ Sb+ Bi) \leq 0.025\%$; $w_H \leq 0.000\ 2\%$, $w_O \leq 0.002\ 5\%$, $w_N \leq 0.007\ 0\%$。</p> <p>^b 牌号 30CrMoE 组别 1 等同于 4130X。需方指定,按本文件订购组别 1 钢管,可按 4130X 牌号订货。</p> <p>^c 牌号 42CrMoE 组别 1 等同于 4142。需方指定,按本文件订购组别 1 钢管,可按 4142 牌号订货。</p>												

6.1.2 需方要求进行成品分析时,应在合同中注明。成品钢管的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

6.2 制造方法

6.2.1 钢的冶炼方法

钢应采用电弧炉加炉外精炼并经真空精炼处理,或氧气转炉加炉外精炼并经真空精炼处理。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢可采用其他较高要求的方法冶炼。

6.2.2 管坯的制造方法及要求

6.2.2.1 管坯应采用连铸或热轧(锻)方法制造。

6.2.2.2 连铸管坯应符合 YB/T 4149 的规定,其中低倍组织缺陷中心裂纹、中间裂纹、皮下裂纹和皮下气泡的级别应不大于 1 级;也可采用经相关各方认可的其他更高质量要求的连铸管坯。热轧(锻)管坯应符合 YB/T 5137 的规定。

6.2.3 钢管的制造方法

钢管应采用热轧(扩)或热轧(扩)加冷拔无缝方法制造。

6.3 交货状态

钢管应以热轧(扩)状态、冷拔状态或冷拔后热处理状态交货。

6.4 力学性能

6.4.1 钢管样坯经淬火加回火热处理后制成试样测出的纵向力学性能应符合表 3 的规定。经供需双方协商,采用附录 A 中牌号和化学成分订货的钢管,其样坯经淬火加回火热处理后制成试样测出的纵向力学性能参见附录 A。

表 3 钢管的力学性能

牌号	抗拉强度 ^a (R_m) MPa	下屈服强度 ^{a,b} (R_{el}) MPa	断后伸长率 ^a ($A_{50\text{ mm}}$) %	屈强比 ^b (R_{el}/R_m) %	硬度 (HBW)	-40℃冲击吸收能量 (KV ₂) J	
						平均值	单个试样值
30CrMoE ^c	≥720	≥485	≥20	≤86	≤269	≥60	≥48
42CrMoE ^d	≥930	≥760	≥16	≤92	≤330	≥40	≥32
<p>^a 拉伸试样应为 GB/T 228.1 中规定的 R4 号试样。当钢管尺寸不足以截取 R4 号试样时,则应采用直径为 8 mm 或 5 mm 中可能的较大尺寸圆形截面试样,试样的标距长度为试样截面直径的 5 倍。</p> <p>^b 如屈服不明显,可测定规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$)替代 R_{el}。</p> <p>^c 当按 4130X 牌号订货时,其力学性能要求按 30CrMoE。</p> <p>^d 当按 4142 牌号订货时,其力学性能要求按 42CrMoE。</p>							

6.4.2 标准试样夏比 V 型缺口冲击吸收能量应符合表 3 的规定。冲击试验不能制备标准试样时,可采用厚度为 7.5 mm 或 5 mm 的小尺寸试样。当采用小尺寸冲击试样时,小尺寸试样的夏比 V 型缺口最小冲击吸收能量要求值应为标准试样冲击吸收能量要求值(含平均值和单个试样值)乘以表 4 中的递减系数。

表 4 小尺寸试样冲击吸收能量递减系数

试样规格	试样尺寸(宽度×厚度) mm	递减系数
标准试样	10×10	1
小试样	10×7.5	5/6
小试样	10×5	2/3

6.4.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,供方可提供-20℃或-50℃的 V 型缺口冲击吸收能量值,供参考。

6.5 非金属夹杂物

钢管应进行非金属夹杂物检验。钢管的非金属夹杂物按 GB/T 10561—2023 中 A 法评级,其 A、B、C、D 各类夹杂物的细系级别和粗系级别应分别不大于 2.0 级,DS 类夹杂物应不大于 2.0 级。A、B、C、D 各类夹杂物的细系级别总数与粗系级别总数应各不大于 6.0 级。

6.6 晶粒度

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管样坯按淬火加回火热处理后制成的试样,其实际晶粒度应为 7.0 级或更细。

6.7 表面质量

6.7.1 钢管的内外表面不应有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤。这些缺陷应完全清除,清除部位应圆滑过渡,清除深度应不超过壁厚的 10%。清除部位的实际壁厚应不小于壁厚偏差所允许的最小值。

6.7.2 钢管内外表面的氧化铁皮应予清除。

6.8 表面粗糙度

当需方对钢管表面粗糙度有要求时,应在合同中注明。表面粗糙度要求由供需双方协商确定。

6.9 全长测厚

钢管应逐根进行全长自动测厚(管端盲区除外),自动测厚系统检测表面覆盖率应达到 100%,自动测量的壁厚应符合 5.1.3 的规定。钢管自动测厚盲区应进行手工测厚或切除。

6.10 无损检测

6.10.1 钢管应按 GB/T 5777 中验收等级 U2 的规定逐根进行纵向和横向缺欠的超声检测。

6.10.2 经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可逐根按 NB/T 47013.3 进行纵向和横向缺欠的超声检测,合格级别不低于 NB/T 47013.3 规定的 I 级。

7 试验方法

7.1 钢管化学成分分析的取样应遵守 GB/T 20066 的规则。化学成分分析通常遵守 GB/T 4336、GB/T 11261、GB/T 20123、GB/T 20124、YB/T 4307 或其他通用方法的规定,仲裁时应遵守 GB/T 223.5、GB/T 223.11、GB/T 223.14、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.29、GB/T 223.30、GB/T 223.31、GB/T 223.37、GB/T 223.40、GB/T 223.47、GB/T 223.50、GB/T 223.59、GB/T 223.63、GB/T 223.78、GB/T 223.80、GB/T 223.82、GB/T 223.84、GB/T 223.85、GB/T 223.86、GB/T 11261 的规定。

7.2 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

7.3 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查。

7.4 表面粗糙度每批抽取 2 根钢管采用粗糙度仪各检测 3 个位置。

7.5 钢管其他检验项目的取样方法和试验方法应符合表 5 的规定。

表 5 钢管的检验项目、取样方法和试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
1	化学成分	每炉取 1 个试样	GB/T 20066	7.1
2	拉伸	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 228.1
3	硬度	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 231.1	GB/T 231.1
4	冲击	每批在两根钢管上各取一组 3 个试样	GB/T 2975	GB/T 229
5	非金属夹杂物	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 10561—2023	GB/T 10561—2023
6	晶粒度	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 6394	GB/T 6394
7	自动测厚	逐根	—	GB/T 32552
8	超声	逐根	—	GB/T 5777、 NB/T 47013.3(协商)

8 检验规则

8.1 检查和验收

钢管的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。

8.2 组批规则

钢管应按批检查和验收。每批钢管应由同一牌号及组别、同一炉号、同一规格和同一交货状态的钢管组成,每批钢管的数量应不超过 100 根。

8.3 取样数量

每批钢管各项检验的取样数量应符合表 5 的规定。

8.4 复验与判定规则

钢管的复验与判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

9 包装、标志和质量证明书

钢管的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。

附录 A

(资料性)

其他牌号和化学成分、力学性能

A.1 其他牌号和化学成分

订货时可选择的其他牌号和化学成分(熔炼成分)见表 A.1。

表 A.1 其他牌号和化学成分

序号	牌号	化学成分(质量分数) ^a							
		%							
		C	Si	Mn	P	S	P+S	Cr	Mo
1	34CrMo4	0.32~0.37	≤0.40	0.60~0.90	≤0.015	≤0.010	≤0.020	0.90~1.20	0.15~0.30
2	4145	0.43~0.48	0.15~0.35	0.75~1.00	≤0.015	≤0.010	≤0.020	0.80~1.10	0.15~0.25
3	SA-372 Grade J(Class 110)	0.35~0.50	0.15~0.35	0.75~1.05	≤0.015	≤0.010	≤0.020	0.80~1.15	0.15~0.25
^a 熔炼成分应满足: $w(V+Nb+Ti+B+Zr) \leq 0.15\%$; $w_{As} \leq 0.010\%$, $w_{Sn} \leq 0.010\%$, $w_{Pb} \leq 0.010\%$, $w_{Sb} \leq 0.010\%$, $w_{Bi} \leq 0.010\%$, $w(As+Sn+Pb+Sb+Bi) \leq 0.025\%$; $w_H \leq 0.000\ 2\%$, $w_O \leq 0.002\ 5\%$, $w_N \leq 0.007\ 0\%$ 。									

A.2 力学性能

按表 A.1 中牌号订货的钢管,其样坯经淬火加回火热处理后制成试样测出的纵向力学性能推荐值见表 A.2。

表 A.2 其他牌号钢管的力学性能

序号	牌号	抗拉强度 ^a (R_m) MPa	下屈服强度 ^{a,b} (R_{eL}) MPa	断后伸长率 ^a ($A_{50\ mm}$) %	屈强比 ^b (R_{eL}/R_m) %	硬度 HBW	-40 ℃冲击吸收能量 (KV ₂) J	
							平均值	单个试样值
1	34CrMo4	≥900	≥650	≥16	≤92	≤330	≥40	≥32
2	4145	≥930	≥760	≥16	≤92	≤330	≥40	≥32
3	SA-372 Grade J(Class 110)	≥930	≥760	≥16	≤92	≤330	≥40	≥32
^a 拉伸试样应为 GB/T 228.1 中规定的 R4 号试样。当钢管尺寸不足以截取 R4 号试样时,则应采用直径为 8 mm 或 5 mm 中可能的较大尺寸圆形截面试样,试样的标距长度为试样截面直径的 5 倍。								
^b 如屈服不明显,可测定规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$)替代 R_{eL} 。								

